



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**INFLUÊNCIA DA TREONINA SOBRE O DESEMPENHO E A
MORFOMETRIA INTESTINAL DE FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS A
ESTRESSE POR CALOR DE 1 A 15 DIAS DE IDADE**

Maria de Fátima de Souza Andrade

Areia – PB

Novembro de 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Influência da treonina sobre o desempenho e a morfometria intestinal de frangos de corte submetidos a estresse por calor de 1 a 15 dias de idade

Maria de Fátima de Souza Andrade

Graduanda em Zootecnia

Areia – PB
Novembro de 2012

MARIA DE FÁTIMA DE SOUZA ANDRADE

Influência da treonina sobre o desempenho e a morfometria intestinal de frangos de corte submetidos a estresse por calor de 1 a 15 dias de idade

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Zootecnia da Universidade Federal da
Paraíba, para a obtenção do título de
Bacharel em Zootecnia.

Orientador(a): Prof^ª. Dr^ª. Patrícia Emília Naves Givisiez

Areia – PB

Novembro de 2012

MARIA DE FÁTIMA DE SOUZA ANDRADE

Influência da treonina sobre o desempenho e a morfometria intestinal de frangos de corte submetidos a estresse por calor de 1 a 15 dias de idade

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado em: 07/11/2012

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Patrícia Emília Naves Givisiez
UFPB/CCA
Orientadora

Prof. Dr. Edilson Paes Saraiva
UFPB/CCA
Examinador

Mestre em Zootecnia Élcio Gonçalves dos Santos
Examinador

Areia – PB
Novembro de 2012

A Deus.
Pois sem Ele, não sou absolutamente nada.

Aos meus pais,
Sebastiana de Souza Andrade e Antônio Luiz de Andrade
Por sua luta diária, sempre ao meu lado, apoiando em minhas
decisões.

A minha irmã,
Patrícia de Souza Andrade Pimenta
Pela amizade e carinho

A meu cunhado,
Francisco Fernandes Pimenta Neto
Pelo apoio e amizade

Ao meu querido e amado sobrinho,
Pedro Henrique de Souza Pimenta
Uma das razões do meu viver e da minha alegria.
Te amo muito meu sobrinho.

DEDICO

Tocando em Frente

*Ando devagar porque já tive pressa
E levo esse sorriso porque já chorei demais
Hoje me sinto mais forte, mais feliz quem sabe
Só levo a certeza de que muito pouco eu sei
Ou nada sei*

*Conhecer as manhas e as manhãs,
O sabor das massas e das maçãs,
É preciso amor pra poder pulsar,
É preciso paz pra poder sorrir,
É preciso a chuva para florir*

*Penso que cumprir a vida seja simplesmente
Compreender a marcha e ir tocando em frente
Como um velho boiadeiro levando a boiada
Eu vou tocando dias pela longa estrada eu vou
Estrada eu sou*

*Conhecer as manhas e as manhãs,
O sabor das massas e das maçãs,
É preciso amor pra poder pulsar,
É preciso paz pra poder sorrir,
É preciso a chuva para florir*

*Todo mundo ama um dia todo mundo chora,
Um dia a gente chega, no outro vai embora
Cada um de nós compõe a sua história
Cada ser em si carrega o dom de ser capaz
E ser feliz*

*Conhecer as manhas e as manhãs
O sabor das massas e das maçãs
É preciso amor pra poder pulsar,
É preciso paz pra poder sorrir,
É preciso a chuva para florir*

(Renato Teixeira)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, muito obrigada meu Pai Eterno por estar sempre comigo nos momentos mais difíceis, sei que foram muitos durante esses anos de curso, mais sempre Estivestes comigo permitindo que eu não desistisse e continuasse em frente superando a cada dia um novo obstáculo sem perder a fé de dias melhores, pois sei meu bom Pai que nunca me abandonará.

A minha orientadora Prof^a. Dra. Patrícia Emília Naves Givisiez, pessoa simples, quem muito admiro tanto como profissional quanto ser humano. Agradeço professora por todo o seu carinho, confiança, educação, paciência, ensinamentos e pela oportunidade proporcionada na realização deste e de outros trabalhos.

A minha eficiente equipe do LAPOA (Laboratório de Produtos de Origem Animal), em especial Alexandre Lemos, Maurina e Alessandra, vocês foram essenciais para a realização deste trabalho, obrigada por tudo meus grandes amigos. Agradeço também a Élcio, essa pessoa sempre muito prestativa e atenciosa para com os colegas, a Guilherme pelos ensinamentos das técnicas histológicas e a Maria Luiza pela sua contribuição no experimento. Aos demais do laboratório, Geovânia, Candice, Wellington, Juliana e Cleydson.

A todos os professores que fazem parte do Departamento de Zootecnia, que contribuíram para a minha formação acadêmica, em especial, ao professor Severino Gonzaga Neto, pelo seu grande amor à Zootecnia, sempre nos incentivando a lutar pela melhoria do nosso curso.

Aos funcionários Assis, chefe do RU (Restaurante Universitário), sempre resolvendo minhas reivindicações e à competente Secretária da Coordenação do curso de Graduação em Zootecnia Vanda, meus sinceros agradecimentos.

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba por ter possibilitado a realização do curso de graduação em Zootecnia e poder viver momentos tão preciosos, sei que sentirei imensas saudades deste Centro que ficará marcado para sempre em minha vida e nunca vai deixar de ser a minha universidade.

Quando estive longe de meu leito familiar, meus amigos foram a minha família e com eles compartilhei momentos difíceis, mas também tantos outros momentos de pura alegria e descontração, enfim, posso dizer que foram os melhores vividos até hoje, lembranças essas que guardarei para sempre em minha memória, em especial aos meus

amigos de sempre Alexandre Lemos (Lindinho), Silvana Cristina (Pintin), Elivânia (Vânia), Francinilda (Fran), George (Bornito), Marcone e Ana Jaqueline (Jaq).

A minha querida e inesquecível turma 2008.1 Silvana Lima (Pintin), Francinilda (Fran), Waleska, Vanúbia, Rosa (Rosinha), Solange (Sol), Marilânia (Mari-mari), Messias (Méssias), Ângela Maria, Ricardo Uriel (Índio), Giullian (Giu), Sansão (Sansa Boy), Clesio Morgado (Morgat), obrigada a todos pela amizade, convivência e os bons momentos que compartilhamos dentro e fora da sala de aula durante esses mais de 4 anos, sei que vai ser difícil as despedidas, mas é preciso que cada um siga o seu destino. A nossa batalha foi árdua, porém a vontade de vencer superou os obstáculos e agora nosso sonho foi realizado e somos **ZOOTECNISTAS**, mais que uma profissão, uma paixão que levaremos para o resto de nossas vidas.

Aos meus amigo: Antônio Costa, Antônio, Ruan, Rogério, Peba, Ayron, Kilmer, Venâncio, Franklin, Clariana (Clara), Cleber, Leonilson (Leo), Leonardo Fonseca, Ana Paula, Cláudio Júnior, Liety, Cristina (Priscila), Flávio (Flavinho), Higor Fábio, Luana Vaneça, Arlan Torres (Tico), Michely, Wanessa Lima (Dalila), Juraci Marcos (Marquinho), Tyrone, Glacyanne (Moranguinho), Fleming, Romildo (Romildinho), Tarsys Noan, Anaiane, Maurício, Juliana, Helton e Robinho, meus agradecimentos a vocês que em algum momento se fizeram presentes em minha vida.

A todos os amigos que direta ou indiretamente contribuíram com a execução deste trabalho.

À Empresa Guaraves Alimentos e ao CNPq pelo incentivo à pesquisa.

MUITO OBRIGADA!!!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1. Desenvolvimento da mucosa intestinal	03
2.2. Treonina	04
2.3. Influência do estresse térmico sobre o desempenho	06
3. OBJETIVOS	08
3.1. Objetivo geral	08
3.2. Objetivos específicos	08
4. MATERIAL E MÉTODOS	09
4.1. Local e animais experimentais	09
4.2. Instalações e caracterização do ambiente de criação das aves	09
4.3. Delineamento experimental	09
4.4. Dietas experimentais	10
4.5. Avaliação de desempenho	11
4.6. Análise histológica	12
4.7. Análise estatística	12
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
6. CONCLUSÕES	22
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição nutricional das rações experimentais	11
Tabela 2. Valores das médias e desvio-padrão do peso final (g) de frangos de corte aos 15 dias de idade submetidos ou não ao estresse crônico por calor, alimentados com dietas com nível basal ou elevado de treonina	14
Tabela 3. Desdobramento das interações e desvio-padrão da altura de vilosidade (μm) do duodeno de frangos de corte aos 15 dias de idade, alimentados com dietas com nível basal ou elevado de treonina, submetidos ou não ao estresse crônico por calor	18
Tabela 4. Médias e desvio-padrão da profundidade de cripta (μm) e relação vilosidade: cripta ($\mu\text{m}/\mu\text{m}$) do duodeno de frangos de corte aos 15 dias de idade, alimentados com dietas com nível basal ou elevado de treonina, submetidos ou não ao estresse crônico por calor	19
Tabela 5. Desdobramento das interações e desvio-padrão da altura de vilosidade (μm), profundidade de cripta (μm) e relação vilosidade: cripta ($\mu\text{m}/\mu\text{m}$) do jejuno de frangos de corte aos 15 dias de idade, alimentados com dietas com nível basal ou elevado de treonina, submetidos ou não ao estresse crônico por calor	19
Tabela 6. Desdobramento das interações e desvio padrão da altura de vilosidade (μm), profundidade de cripta (μm) e relação vilosidade: cripta ($\mu\text{m}/\mu\text{m}$) do íleo de frangos de corte aos 15 dias de idade, alimentados com dietas com nível basal ou elevado de treonina, submetidos ou não ao estresse crônico por calor	20

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Ganho de peso (g) de frangos de corte (1-15 d) alimentados com dietas com nível basal e elevado de treonina e submetidos ou não ao estresse crônico por calor 15
- FIGURA 2.** Consumo de ração (g) de frangos de corte (1-15 d) alimentados com dietas com nível basal ou elevado de treonina e submetidos ou não ao estresse crônico por calor 16
- FIGURA 3.** Conversão alimentar (g/g) de frangos de corte (1-15 d), alimentados com dietas com nível basal ou elevado de treonina e submetidos ou não ao estresse crônico por calor . 17

RESUMO

ANDRADE, MARIA DE FÁTIMA DE SOUZA. **Influência da treonina sobre o desempenho e a morfometria intestinal de frangos de corte submetidos a estresse por calor de 1 a 15 dias de idade** 2012, 30 p. Trabalho de Conclusão de Curso - Centro de Ciências Agrárias, UFPB, Areia – PB, novembro de 2012.

O estudo avaliou o efeito da treonina sobre o desempenho e a morfometria intestinal de frangos de corte de 1 a 15 dias de idade, submetidas ao estresse crônico por calor. Foram utilizados 116 pintos de corte Cobb500, distribuídos inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2x2, sendo dois níveis de treonina e duas temperaturas ambiente, com 29 repetições, considerando cada ave uma repetição. Os dados de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar foram submetidos à análise descritiva, utilizando-se o programa Microsoft Excel. As dietas foram formuladas atendendo as exigências dos animais com níveis de treonina basal (0,857% e 0,764%) e elevado (0,956% e 0,852%) nas fases pré-inicial e inicial, respectivamente. Aos 15 dias de idade, os animais foram pesados, sendo escolhidas de forma aleatória quatro aves por tratamento. Destas aves, foi realizada coleta dos segmentos do intestino delgado para procedimento das análises histológicas, avaliando-se altura de vilo, profundidade de cripta e a relação vilosidade: cripta. Nos resultados de desempenho, não houve interação para peso final. Os animais mantidos sob estresse por calor apresentaram menor peso final. A alta treonina dietética teve efeito positivo no ganho de peso e na conversão alimentar dos animais criados sob estresse por calor e o menor consumo de ração foi observado nos animais mantidos sob estresse por calor. Nos dados morfométricos, houve interação nos segmentos para todas os parâmetros avaliados, exceto para profundidade de cripta e relação vilosidade: cripta no duodeno. Para o segmento duodeno, maior altura de vilo foi observada em animais alimentados com a dieta basal em situação de termoneutralidade. No jejuno, maior altura de vilo foi observada nos animais alimentados com nível elevado de treonina em situação de termoneutralidade. No íleo, maior altura de vilo foi observada nos animais alimentados com nível elevado de treonina em situação de estresse por calor. O estresse por calor afeta negativamente o desempenho e a morfologia intestinal em frangos de corte. A alta treonina dietética apresenta efeito positivo sobre as características de desempenho de frangos de corte em estresse por calor, mas não apresenta efeito consistente entre os segmentos intestinais.

Palavras-chave: aminoácido, avicultura, desempenho, estresse térmico, morfologia intestinal

ABSTRACT

ANDRADE, MARIA DE FÁTIMA DE SOUZA. **Threonine influence on the performance and intestinal morphometry of broilers submitted to heat stress from 1 to 15 days of age.**

The trial was conducted to evaluate the effect of threonine on performance and intestinal mucosa development of 15-day-old broilers submitted to chronic heat stress. It was used 116 broiler chicks. The birds were distributed in a completely randomized design according to a 2X2 factorial, considering two rearing temperatures (thermoneutral and heat stress) and two threonine levels (basal and high). Diets were formulated according to nutritional requirements considering basal and high threonine levels in the pre-initial (0.857% and 0.956%) and initial phases (0.764% and 0.852%, respectively). At 15 days of age, all birds were weighed and four birds per treatment were randomly chosen. They were slaughtered and the small intestine segments were sampled for histomorphometry analyses. It was evaluated villus height, crypt depth and villus:crypt ratio. Final weight and morphometry results were submitted to ANOVA and means were compared by Tukey's test at 5% of probability. Weight gain, feed intake and feed conversion were submitted to descriptive analyses using Microsoft Excel. There was no interaction between the two factors for final weight. Heat stressed birds had lower final body weight. The high threonine level positively affected weight gain and feed conversion in stressed birds and feed intake was smaller in the same group of birds. There was interaction between the two factors for all parameters, except crypt depth and villus:crypt ratio in the duodenum. Higher villi were observed in the duodenum of birds fed the basal diet in thermoneutral environment. In the jejunum, villi were higher in birds fed high threonine in thermoneutrality. In the ileum, higher villi were observed in birds fed high threonine levels under heat stress. Chronic heat stress affected negatively performance and morphometry of broilers at 15 days of age. High dietary threonine levels positively affected performance of heat-stressed birds, but had no consistent effects on the morphometry of the different intestinal segments.

Keywords: amino acid, heat stress, intestinal morphometry, performance, poultry production

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, segundo a ABEF (2011), é o terceiro maior produtor e o maior exportador mundial de carne de frangos. Em 2010 a produção chegou a 12.230 milhões de toneladas, e as exportações avícolas foram de 3,819 milhões de toneladas. Os dados comprovam que a avicultura é um dos mais modernos e eficientes segmentos do setor agropecuário. No entanto, apesar da constante evolução da atividade, a criação de frangos de corte segue enfrentando desafios à medida que atinge novos e maiores índices de produtividade. Dentre eles destaca-se o estresse por calor, por influenciar de forma negativa o desempenho das aves.

O estresse causado pelo ambiente térmico influencia a produtividade dos animais por alterar sua troca de calor com o meio, modificando o consumo do alimento, o ganho de peso corporal e, conseqüentemente, as exigências por nutrientes. Dessa forma, considerando que as aves reduzem voluntariamente o consumo de alimento à medida que a temperatura ambiente se eleva acima da faixa de conforto térmico, uma ração formulada para condições de termoneutralidade não seria adequada para atender as exigências energéticas das aves em ambiente de estresse por calor (Oliveira et al., 2000). Além disso, em tais condições, os elevados níveis de corticosterona no plasma sanguíneo alteram o *turnover* protéico, prejudicando a deposição protéica muscular (Yunianto et al., 1997).

As condições de estresse por calor, nas quais os animais são submetidos nas primeiras semanas de vida também podem ter efeitos negativos sobre o trato gastrointestinal (TGI), pois este é o período que ocorre a maior taxa de crescimento do mesmo. O TGI encontra-se imaturo durante a fase embrionária e, após a eclosão, passa a ter grande importância no crescimento das aves (Nitsan, 1995). De acordo com Uni (1999) o crescimento dos vilos no duodeno está praticamente completo aos 7 dias de vida, enquanto o desenvolvimento no jejuno e íleo continua além do 14º dia de vida. Sendo o pinto submetido à dieta sólida na fase pós-eclosão, há necessidade de um bom entendimento dos processos de desenvolvimento morfo-funcional durante as duas primeiras semanas de vida da ave, período este que representa nada menos do que 30% do tempo de vida do frango (Furlan et al., 2004). Dessa forma, manter as aves em um ambiente de conforto térmico é essencial para que não ocorra influência negativa no desenvolvimento da mucosa intestinal, pois dela depende a sobrevivência e o bom desempenho das aves.

Assim, existe a necessidade de se buscar alternativas para reduzir o impacto da alta temperatura sobre o nível de produtividade do frango de corte. Dentre elas, podemos destacar o manejo nutricional, com a utilização de aminoácidos na dieta, como uma possível alternativa de reduzir tais efeitos. A treonina, por sua vez, é um hidróxi-aminoácido que possui participação na síntese proteica corporal (Kidd, 2000). Sendo também o terceiro aminoácido limitante para frangos de corte, é também muito importante na função intestino, pois o revestimento mucoso do intestino o protege da ação de toxinas, bactérias autodigestão, e abrasão física (Law et al., 2007). Segundo Tillman (2008), a treonina atua diretamente na integridade e no desenvolvimento do intestino através da sua presença em glicoproteínas do muco, responsáveis pela proteção do trato gastrointestinal contra a autodigestão, e atua ainda no sistema imune fazendo parte das moléculas de determinadas imunoglobulinas e melhorando o balanço de aminoácidos essenciais. Segundo Fernandez et al. (1994), a exigência de treonina para manutenção é alta em relação aos demais aminoácidos em função de seu grande conteúdo nas secreções intestinais endógenas.

Deste modo, pelo fato do estresse por calor ser um dos principais problemas ambientais para a produção de frangos de corte em regiões tropicais, objetivou-se verificar o efeito da treonina sobre o desempenho e a morfometria intestinal de frangos de corte, submetidos ao estresse por calor nas fases iniciais de vida.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Desenvolvimento da mucosa intestinal

O desenvolvimento do pintinho em condições ambientais de termoneutralidade, em particular na primeira semana de idade, é condição relevante para o desenvolvimento futuro do animal, pois processos fisiológicos, como hiperplasia celular e diferenciação da mucosa gastrintestinal que ocorrem neste período, influenciarão de maneira marcante o peso corporal e a conversão alimentar da ave até a idade de abate (Macari e Furlan, 2001). Durante a fase embrionária, o trato gastrointestinal (TGI) encontra-se imaturo. Imediatamente após a eclosão, os pintainhos utilizam suas limitadas reservas corporais para conseguir um rápido desenvolvimento físico e funcional do trato gastrintestinal, a fim de desenvolver a capacidade de digerir alimentos e assimilar nutrientes. Assim, nos primeiros dias de vida, os segmentos do TGI sofrem transição metabólica e fisiológica em função da troca da alimentação dos nutrientes do saco vitelínico, com alto teor gordura, para um alimento exógeno, com alto teor de carboidratos e proteínas (Nitsan, 1995; Uni & Ferket, 2004).

O intestino delgado é o principal órgão responsável pela digestão e absorção de nutrientes. Assim, quanto antes os pintainhos alcançarem sua capacidade funcional, mais cedo poderão utilizar os nutrientes da dieta, crescer eficientemente e demonstrar seu potencial genético, resistir a infecções e a doenças metabólicas (Uni & Ferket, 2004).

O intestino delgado é a porção mais longa do sistema digestório e é dividido em três segmentos: duodeno, jejuno e íleo. O duodeno consiste na alça intestinal localizada ventralmente e do lado direito da moela, e é constituído de uma porção proximal, descendente, e uma distal, ascendente. Ele é facilmente distinguido das demais regiões do intestino pela posição do pâncreas, o qual se encontra situado entre as duas porções da alça duodenal, e por seu maior diâmetro. O jejuno é o segmento intestinal mais comprido, e é marcado pela presença de pregas jejunais. O íleo é o segmento do intestino delgado que se estende após o jejuno. Tem uma longa parte ascendente e uma curta parte descendente, que continua até o intestino grosso. De acordo com Vieira (2002), sob o ponto de vista digestivo-absortivo, o duodeno é um local de mistura de alimento com secreções digestivas e alcalinas, enquanto que o jejuno é o local em que a maior parte da digestão-absorção ocorre. Os monossacarídeos são absorvidos por processo de transporte ativo dependente de sódio, casos da glicose e galactose, ou então

por difusão facilitada, casos da frutose e pentose. Segundo Rutz (2002) ao nível do duodeno, a hidrólise dos aminoácidos ainda se encontra incompleta, portanto, a absorção é mínima. Grande carreadores de membrana estão localizados no íleo, implicando ser esse o local de maior absorção de aminoácidos.

Os vilos são revestidos por epitélios simples constituídos por três tipos celulares estruturais: células caliciformes, os enterócitos e as células enteroendócrinas. As células caliciformes são mais distribuídas na superfície das vilosidades, secretam glicoproteínas, responsáveis pela proteção do epitélio intestinal da ação de enzimas digestivas e dos efeitos abrasivos da digesta. Os enterócitos respondem pela digestão final do alimento e pelo transporte transepitelial dos nutrientes a partir do lúmen e para o lúmen. As células enteroendócrinas são produtoras de hormônios peptídicos como a gastrina, colecistoquinina, secretina e polipeptídeo inibidor gástrico, substâncias que participam da digestão, absorção e utilização dos nutrientes (Boleli et al., 2002).

O estudo da mucosa intestinal é um aspecto relevante na fisiologia da digestão, pois ela é uma área de grande exposição a agentes que estão presentes no lúmen digestivo a partir do início da ingestão, digestão e absorção de nutrientes. A mucosa tem crescimento contínuo e é afetada não apenas pelos hormônios metabólicos, como insulina, hormônio do crescimento, tiroxina e glicocorticóides, mas também por outros fatores relacionados com o alimento, como: características físicas e químicas dos nutrientes e microflora intestinal (Maiorka et al., 2000).

O desenvolvimento da mucosa intestinal pode ser mensurado pelo aumento da altura e quantidade dos vilos, o que corresponde a um aumento em número de suas células epiteliais. Esse processo decorre primariamente de dois eventos citológicos associados: renovação celular (proliferação e diferenciação), resultante das divisões mitóticas sofridas por células pluripotentes localizadas na cripta e ao longo dos vilos, e perda de células (extrusão), que ocorre normalmente no ápice dos vilos. O equilíbrio entre esses dois processos determina o “turnover” constante, ou seja, a manutenção do tamanho dos vilos e, portanto, a manutenção da capacidade digestiva e de absorção intestinal. Quando o intestino responde a algum agente com um desequilíbrio no “turnover” ocorre modificação na altura dos vilos (Maiorka et al., 2002). A morfologia intestinal pode variar influenciada pelas características da dieta, estresse calórico e agentes patogênicos, dentre outros fatores (Alvarenga et al., 2004).

Assim, é importante o fornecimento de uma dieta balanceada para frangos de corte na fase inicial de crescimento, para que ocorra um desenvolvimento saudável da

mucosa intestinal e conseqüentemente para que o frango de corte apresente resultados de desempenho satisfatórios.

2.2. Treonina

Em dietas para aves à base de milho e farelo de soja, a treonina é o terceiro aminoácido limitante, precedido dos aminoácidos sulfurosos e da lisina. Formular dietas para aves de custo mínimo, que atenda às exigências de treonina, é essencial para expressar o máximo potencial genético das aves e para diminuir o desequilíbrio entre os aminoácidos (Atêncio et al., 2004).

A treonina é um aminoácido essencial para aves, sendo encontrado em altas concentrações no coração, nos músculos, no esqueleto e sistema nervoso central. É exigido para formação da proteína e manutenção do “turnover” protéico corporal, além de auxiliar na formação do colágeno e da elastina e de atuar na formação de anticorpos (Sá et al., 2007). A treonina também é um importante componente das penas, visto que, juntamente com a serina, corresponde a mais de 20% dos aminoácidos presentes nos resíduos das penas (Kidd, 2000). Ademais, encontra-se também no epitélio gastrintestinal (células da mucosa, muco e enzimas digestivas) e algumas imunoproteínas são particularmente ricas em treonina (Wu, 1998). A treonina é muito importante na função intestinal, pois o revestimento mucoso do intestino o protege da ação de toxinas, bactérias, autodigestão e abrasão física (Law et al., 2007).

A treonina dietética é absorvida no intestino delgado, principalmente no íleo. Após a absorção, a treonina não passa inteiramente ao sangue da veia porta; uma parte significativa da treonina digestível é utilizada pelo próprio trato digestório. Estima-se que mais da metade da treonina consumida seja utilizada em nível intestinal para as funções de manutenção (Le Bellego et al., 2002, Myrie et al., 2003, Corzo et al., 2007). Esta importante utilização de treonina pelo intestino está de acordo com o alto teor de treonina das secreções digestórias, entre elas o muco, composto principalmente de água (95%) e mucinas (5%), que são glicoproteínas de alto peso molecular, especialmente rica em treonina (Burrin et al., 2001). A camada gelatinosa de muco é secretada pelas células caliciformes disseminadas ao longo das vilosidades intestinais. O muco recobre a parede do trato digestório e a protege contra as enzimas digestivas e o dano físico provocado pela digesta (Le Bellego et al., 2002).

O tipo e quantidade de mucina produzida no trato gastrintestinal influenciam as comunidades microbianas (por servir de substrato para a fermentação e fixação

bacteriana), a disponibilidade de nutrientes (via perda endógena de mucina, bem como a absorção de nutrientes) e a função imune (via controle de população microbiana e disponibilidade de nutrientes) (Corzo et al., 2007).

Leitões consumindo dietas deficientes em treonina apresentaram menor peso da mucosa intestinal, menor conteúdo de mucinas e menor altura de vilo. Dessa forma, o resultado de menor altura das vilosidades implica em diminuição da área de absorção intestinal. Além disso, poucas mucinas e menor peso da mucosa, leva à diminuição da resistência a doenças e incapacidade de se adaptar às mudanças dietéticas (Law et al., 2000).

Assim, boa parte da exigência de treonina não está associada com a deposição de proteína muscular, mas com funções relacionadas ao trato gastrointestinal. Considerando a importância das secreções digestórias para a saúde do intestino e para o processo digestório, um nível adequado de treonina dietética é essencial para permitir uma função digestória adequada (Le Bellego et al., 2002).

2.3. Estresse térmico em aves

O ambiente em que são mantidas as aves é considerado como um dos principais aspectos no sucesso ou fracasso do empreendimento avícola. Dentre os fatores ambientais, as condições térmicas, representadas pela temperatura e umidade, são as que afetam diretamente as aves, pois comprometem a manutenção da homeotermia (Tinoco, 2001). Os dois elementos climáticos são altamente correlacionados ao conforto térmico animal, uma vez que, em temperaturas muito elevadas (acima de 35°C), o principal meio de dissipação de calor das aves é a evaporação, que depende da umidade relativa do ar (Baeta & Souza, 1997).

Como na maioria dos sistemas de criação da indústria avícola as aves estão confinadas, a temperatura ambiente pode ser considerada o fator de maior efeito, pois nessas condições elas apresentam pouca margem de manobra para os ajustes comportamentais necessários à manutenção da temperatura corporal (Macari et al., 2004). As aves são animais homeotérmicos, com cobertura corporal dotada de penas, que favorecem certo isolamento térmico mais dificulta a troca de calor com o meio. Além disso, não apresentam glândulas sudoríparas (Furlan, 2006). Ademais, a capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar. Quanto maior a umidade relativa do ar, mais dificuldade a ave

tem de remover calor interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da frequência respiratória (Oliveira et al., 2006).

A zona de termoneutralidade está relacionada a um ambiente térmico ideal, no qual as aves encontram condições perfeitas para expressar suas melhores características produtivas. Segundo Furlan & Macari (2002), a zona de conforto térmico ou de termoneutralidade é uma faixa de temperatura ambiental na qual o animal mantém sua homeotermia com o mínimo de esforço dos mecanismos termorregulatórios.

O estresse por calor tem início quando a temperatura e/ou a umidade do ambiente ultrapassa a zona termoneutra. Nesta situação a capacidade da ave de dissipar calor diminui. Com isso, a temperatura corporal eleva-se e aparecem os sintomas do estresse por calor (Belay & Teeter, 1993). Ao sofrerem estresse por calor, as aves reduzem o consumo de alimento, a fim de diminuir a produção de calor metabólico e manter a homeotermia. No entanto, menos nutrientes são disponibilizados para o metabolismo, resultando em menor taxa de crescimento (Abu-Dieyeh, 2006). De acordo com Macari et al. (2004) e Ferreira (2005), a temperatura de conforto recomendada para frangos de corte na primeira semana de vida é de 32 a 34°C.

Quando expostas ao calor, as aves ativam mecanismos fisiológicos responsáveis pela dissipação de calor e diminuem sua produção metabólica. Simultaneamente, alteram seu comportamento, abrindo as asas e mantendo-a afastadas do corpo, também aumentam o fluxo sanguíneo para a superfície corporal a fim de facilitar a dissipação do calor para o ambiente. Se ainda não for suficiente, há o aumento da frequência respiratória, ocasionando perdas excessivas de dióxido de carbono (CO_2). Assim, a pressão parcial de CO_2 (pCO_2) diminui, levando a queda na concentração de ácido carbônico (H_2CO_3) e hidrogênio (H^+) na tentativa de manter o equilíbrio ácido-base da ave. Esta alteração é denominada alcalose respiratória (Furlan & Macari, 2002).

Os hormônios tireoidianos tiroxina (T_4) e triiodotironina (T_3), que são diretamente relacionados ao metabolismo animal (Sahin et al., 2002), apresentam suas concentrações plasmáticas influenciadas negativamente pela temperatura ambiental (Yahav et al., 1997).

O desenvolvimento do pintinho em condições ambientais de termoneutralidade, em particular na primeira semana de idade, é condição primordial para o desenvolvimento futuro do animal, pois processos fisiológicos que ocorrem neste período, como hiperplasia celular e diferenciação da mucosa gastrointestinal,

influenciarão de maneira marcante o peso corporal e a conversão alimentar da ave até a idade de abate (Macari & Furlan, 2001).

3. OBJETIVO

3.1. Objetivo geral:

- ✓ Avaliar o efeito da treonina sobre o desenvolvimento de frangos de corte submetidos ao estresse crônico por calor de 1 a 15 dias de idade.

3.2. Objetivos específicos:

- ✓ Avaliar o desempenho de frangos de corte (peso final, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) alimentados com dietas com nível basal ou elevado de treonina, submetidos ou não ao estresse crônico por calor.
- ✓ Avaliar a mucosa intestinal de frangos de corte (altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilosidade: cripta) alimentados com dietas com nível basal ou elevado de treonina, submetidos ou não ao estresse crônico por calor.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local e animais experimentais

O experimento foi realizado no Laboratório de Fisiologia Animal e Biologia Molecular do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, no município de Areia - PB. Foram utilizados 116 pintos de corte da linhagem comercial Cobb 500 com um dia de idade, com peso inicial médio de 50,0 g (± 0.00407), adquiridos de um incubatório comercial, já vacinados contra Bouda, Marek e Gumboro.

4.2 Instalações e caracterização do ambiente de criação das aves

Foram utilizadas duas salas, com dimensões de 6 metros de comprimento e 4 metros de largura. Cada sala foi dividida em três box com grades de arame galvanizado, cada box com 3 m², com um metro de altura e recobertos com 3cm de cama de maravalha. Os animais receberam água e ração *ad libitum*, por meio de comedouros e bebedouros recomendados para a fase de criação. O manejo foi realizado diariamente às 08:00h, 15:00h e 20:00h. A temperatura e a umidade foram diariamente monitoradas por meio de termo-higrômetros digitais. Foi adotado o programa de luz contínuo (24 horas de luz artificial/dia) durante todo o período experimental.

Os animais foram criados em duas temperaturas distintas: termoneutra e estresse crônico por calor. As temperaturas foram ajustadas para determinar o ambiente de estresse, no qual a temperatura foi mantida 5°C acima da zona de conforto térmico para cada fase. Na primeira semana de vida dos animais, a temperatura de estresse na qual os animais foram submetidos foi de 37°C com umidade relativa de 55%, na segunda semana a temperatura foi reduzida para 35°C com umidade relativa de 52%. Para representar o ambiente termoneutro, a temperatura na primeira semana foi ajustada a 32°C, com uma umidade relativa de 65% e na segunda semana a temperatura foi reduzida para 30°C, com umidade relativa de 62%.

O aquecimento no ambiente termoneutro foi feito utilizando-se 5 lâmpadas incandescentes de 40 W na fase pré-inicial e 3 lâmpadas incandescentes de 40 W na fase inicial em cada box. No ambiente de estresse, foram instaladas 4 lâmpadas de aquecimento infravermelho de 250 W e uma lâmpada incandescentes de 100 W na fase pré-inicial e 2 lâmpadas de aquecimento infravermelho 250 W e 2 lâmpadas incandescentes 100 W na fase inicial em cada box.

4.3 Delineamento experimental e tratamentos

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado de acordo com esquema fatorial 2x2, com duas temperaturas de criação (termoneutra e calor) e dois níveis de treonina (basal e elevado), com quatro tratamentos. (dieta basal, termoneutro; dieta com nível elevado de treonina, termoneutro; dieta basal, estresse; dieta com nível elevado de treonina, estresse), e 29 repetições, considerando cada ave uma repetição.

4.4 Dietas experimentais

Os animais receberam duas dietas, uma com nível basal de treonina 0,857% para a fase pré-inicial e 0,764% de treonina para fase inicial de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011). E outra com nível elevado de treonina, que foi estabelecido em 0,956% de treonina para a fase pré-inicial e 0,852% para a fase inicial. As rações foram preparadas no setor de Avicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Na Tabela 1 encontram-se a composição das rações experimentais com nível basal e elevado de treonina nas fases pré-inicial e inicial.

Tabela 1. Composição nutricional das rações experimentais.

Ingredientes	Níveis de Treonina			
	Fase pré-inicial		Fase inicial	
	Basal	Elevado	Basal	Elevado
Milho Grão	57,56	57,56	58,00	58,00
Soja Farelo 45 %	27,30	27,30	25,00	25,00
Milho Farinha de Glúten 60%	6,50	6,50	6,35	6,20
Óleo de Soja	3,50	3,50	4,10	4,10
Fosfato de bicálcico	1,95	1,95	1,55	1,55
Calcário	0,85	0,85	0,88	0,87
L-Lisina HCl	0,57	0,57	0,48	0,47
DL-Metionina	0,30	0,30	0,24	0,23
L-Treonina	0,15	0,27	0,10	0,20
Inerte	0,77	0,65	1,30	1,40
Sal Comum	0,40	0,40	0,33	0,38
Cloreto de Colina	0,07	0,07	0,07	0,07
Minerais ¹	0,05	0,05	0,05	0,05
Vitaminas ²	0,03	0,03	0,03	0,03
Etoxiqum/BHT ³	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada				
Energia Metabolizável Mcal/kg	2,9503	2,943	3,0021	3,0017
Proteína Bruta %	22,16	22,17	20,80	20,79
Cálcio%	0,9210	0,9176	0,8219	0,8182
Fósforo Disponível %	0,4708	0,4691	0,3905	0,3903
Fibra Bruta %	2,8158	2,8055	2,6630	2,6733
Metionina + Cisteína dig %	0,9398	0,9363	0,8490	0,8409
Lisina dig %	1,3120	1,3072	1,1779	1,1691
Potássio %	0,6886	0,6881	0,6442	0,6442
Sódio %	0,1964	0,1957	0,1663	0,1861
Cloro %	0,2745	0,2735	0,2315	0,2612
Treonina %	0,857	0,956	0,764	0,852

¹Premix mineral (concentração/kg do produto): Mn – 60g; Fe – 80g; Zn – 50g; Cu – 10g; Co – 2g; I – 1g; veículo q.s.p. – 1000g. ²Premix vitamínico (concentração/kg do produto): vit. A – 15.000.000 UI; vit. D3 – 1.500.000 UI; vit. E – 15.000 UI; vit. B1 – 2,0g; vit. B2 – 4,0g; vit. B6 – 3,0g; vit. B12 – 0,015g; Ácido nicotínico – 25g; Ácido pantotênico – 10g; vit. K3 – 3,0g; Ácido fólico – 1,0g; Bacitracina de zinco – 10g; Se – 250mg; Antioxidante BHT – 10g; veículo q.s.p. – 1.000g. ³Etoxiqum – 10g; veículo q.s.p. – 1.000g.

4.5 Avaliação do desempenho

Aos 15 dias de idade todas as aves e rações foram pesadas para determinação dos dados de desempenho. Avaliou-se o peso final (g), ganho de peso (g), consumo de ração (g) e a conversão alimentar (g/g). O peso final foi determinado pelo peso médio aos 15 dias de idade. O ganho de peso foi determinado pela diferença entre os pesos inicial e final; o consumo de ração pela diferença entre a ração fornecida e as sobras dos

baldes e dos comedouros e a conversão alimentar, pela relação entre consumo de ração e ganho de peso.

4.6 Análise histológica

Para a morfometria da mucosa do intestino delgado, foram abatidas, por deslocamento cervical, quatro aves por tratamento. Foram coletadas amostras de aproximadamente 4 cm da porção média do duodeno, jejuno e íleo de cada ave, para procedimento das análises histológicas avaliou-se a altura de vilo, profundidade de cripta e a relação vilosidade:cripta.

Amostras dos segmentos intestinais foram abertas longitudinalmente, lavadas em em soro fisiológico, NaCl 0,9% e fixadas em solução de Bouin por 24 horas, em coletores universais identificados de acordo com os tratamentos. Posteriormente, foram recortadas e mantidas em álcool etílico 70% para retirada do fixador. Em seguida, foram desidratadas em soluções com concentrações crescentes de álcoois, (80, 90 e 100%), permanecendo por 10 minutos em cada solução. Em seguida foram diafanizadas em imersão de dois banhos de xilol com duração de 10 minutos cada. Após esse processo foi realizado a infiltração dos tecidos em parafina líquida a 72°C com duração de três horas, seguido de inclusão em parafina. Após a microtomia semi-seriada, a uma espessura de 5 micrômetros (μm), as fitas retiradas foram transferidas para um banho-maria a uma temperatura de 54°C e extendidas em lâminas identificadas por tratamento, foram confeccionadas uma lâmina por bloco, totalizando 4 blocos por tratamento, com uma média de cinco a sete tecidos por lâmina, posteriormente estas foram coradas com Hematoxilina de Harris e Eosina Amarelada. As lâminas foram então seladas utilizando lamínulas e Bálsamo do Canadá. As lâminas foram observadas ao microscópio de luz, sendo realizadas fotografias das vilosidades intestinais, por meio de câmera digital modelo (Sony 12.1 mega pixel) acoplada ao microscópio, com zoom de 1.7 e objetiva de 20 X.

O estudo morfométrico da altura das vilosidades e da profundidade das criptas intestinais foi realizado utilizando-se microfotografias e análise por meio do programa Image J. Foram efetuadas 20 leituras para a altura de vilo e a profundidade de cripta por lâmina confeccionada, totalizando 80 leituras por tratamento para cada parâmetro estudado e em cada tecido. A altura de vilo foi medida a partir da região basal do vilo, coincidente com a porção superior das criptas ao seu ápice. As criptas foram medidas da sua base até a região de transição cripta: vilosidade. A relação vilosidade: cripta foi

determinada a partir da divisão da média das alturas de vilosidades pela média das profundidades das criptas.

4.7 Análise Estatística

Os dados de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar foram submetidos à análise descritiva utilizando-se o programa Microsoft Excel.

Os dados da morfometria dos segmentos intestinais e peso final foram submetidos à análise de variância no programa estatístico Assistat (UFCEG, 2011). E as médias significativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos resultados de desempenho, não houve interação ($p>0,05$) entre os fatores para peso final e as médias encontram-se na Tabela 2. Não foi observada diferença estatística entre as dietas com nível basal e elevado de treonina. Em relação ao fator temperatura, verifica-se que os animais em situação de termoneutralidade obtiveram peso final maior ($p<0,05$) em relação aos animais mantidos em estresse crônico por calor. Este menor peso final apresentado, sugere-se à diminuição do consumo de ração observado nos animais mantidos em situação de estresse por calor, com maior gasto energético para manutenção, como também a diminuição no metabolismo que ocorre em tais condições. Marchini et al. (2009) trabalharam com frangos de corte submetidos a estresse cíclico por calor e verificaram redução no peso corporal aos 14 dias de idade nos animais estressados por calor.

Tabela 2. Valores das médias e desvio-padrão do peso final (g) de frangos de corte aos 15 dias de idade submetidos ou não ao estresse crônico por calor, alimentados com dietas com nível basal ou elevado de treonina.

Dieta	Peso Final (g)
Basal	395,40 \pm 47,68 a
Elevado	416,70 \pm 50,25 a
Temperatura	
Termoneutra	429,47 \pm 51,79 a
Estresse	381,26 \pm 45,97 b
CV (%)	12,06

Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados para ganho de peso (g) dos animais encontram-se na figura 1. Observa-se que os animais alimentados com ração basal e estressados por calor apresentaram menor valor para ganho de peso. A utilização do nível elevado de treonina na dieta apresentou efeito positivo, para ganho de peso, quando associada à temperatura de estresse. Porém, quando em situação de termoneutralidade, o aumento do nível de treonina na dieta não resultou em melhor ganho de peso dos animais, uma vez que as recomendações de treonina para desempenho já haviam sido atendidas na ração basal. Não foram encontrados trabalhos que demonstrem tal efeito deste aminoácido em frangos de corte, porém o efeito negativo do estresse por calor sobre o ganho de peso de frangos de corte é relatado por diversos autores.

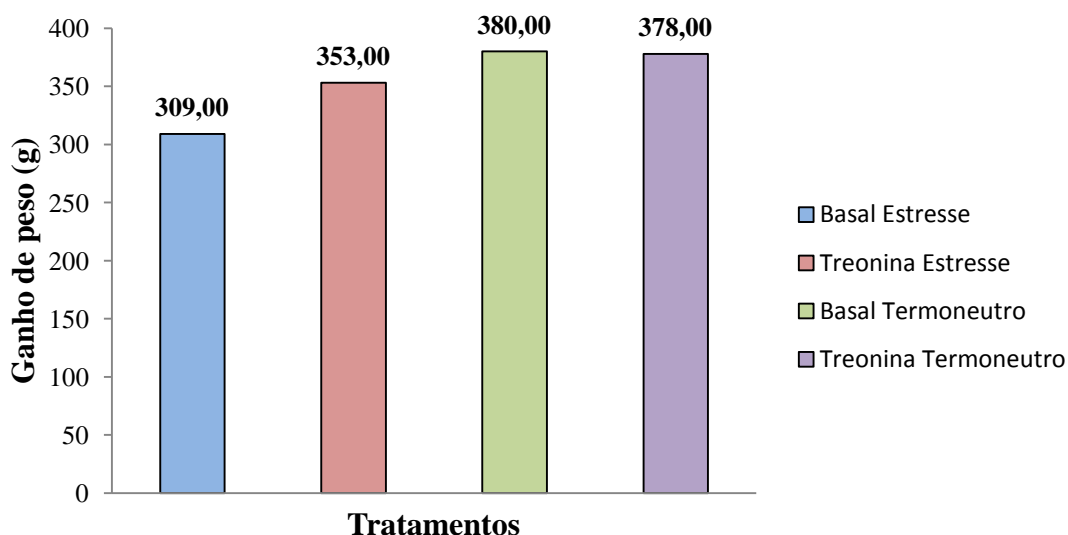


Figura 1. Ganho de peso(g) de frangos de corte (1-15 d) alimentados com dietas com nível basal ou elevado de treonina e submetidos ou não ao estresse crônico por calor.

Os animais mantidos sob condições de altas temperaturas apresentaram os piores resultados para ganho de peso quando comparados aos mantidos em termoneutralidade, de fato, a temperatura ambiente é um fator importante no desempenho das aves. Os animais mantidos em ambiente de estresse térmico apresentaram médias 18% e 6% inferiores quando comparadas às de animais criados em temperaturas termoneutra, recebendo o nível basal e elevado de treonina na dieta, respectivamente. Silva et al. (2009) observaram que o ganho de peso dos pintinhos criados na temperatura alta ($34 \pm 1^{\circ}\text{C}$) foi 12% menor que o daqueles criados na temperatura controle. Em estudos com estresse térmico, Oliveira et al. (2006) trabalharam com frangos de corte nos períodos de 1 a 21 dias, 1 a 41 dias e 1 a 49 dias e observaram que as aves mantidas no ambiente de estresse térmico apresentaram os menores valores de peso final e ganho de peso, em relação aqueles submetidos a condições de termoneutralidade, sendo o efeito mais acentuado no calor úmido.

Observa-se na Figura 2 que o consumo de ração (g) foi maior nos animais em situação de termoneutralidade comparados aos animais em situação de estresse térmico, independentemente da dieta fornecida. Nesse sentido, o estresse causado pelo ambiente térmico influencia a produtividade dos animais por alterar sua troca de calor com o meio, modificando o consumo do alimento, o ganho de peso corporal e, consequentemente, as exigências dos nutrientes (Oliveira et al., 2000). De acordo com Silva et al. (2009), o consumo de ração foi menor no ambiente de temperatura alta em

relação aos ambientes de temperatura controle. Os resultados do presente estudo assemelham-se aos encontrados por Oliveira et al. (2006) que relataram que as aves mantidas nos ambientes de alta temperatura apresentaram redução média de 14,7% de consumo de ração até os 21 dias de idade.

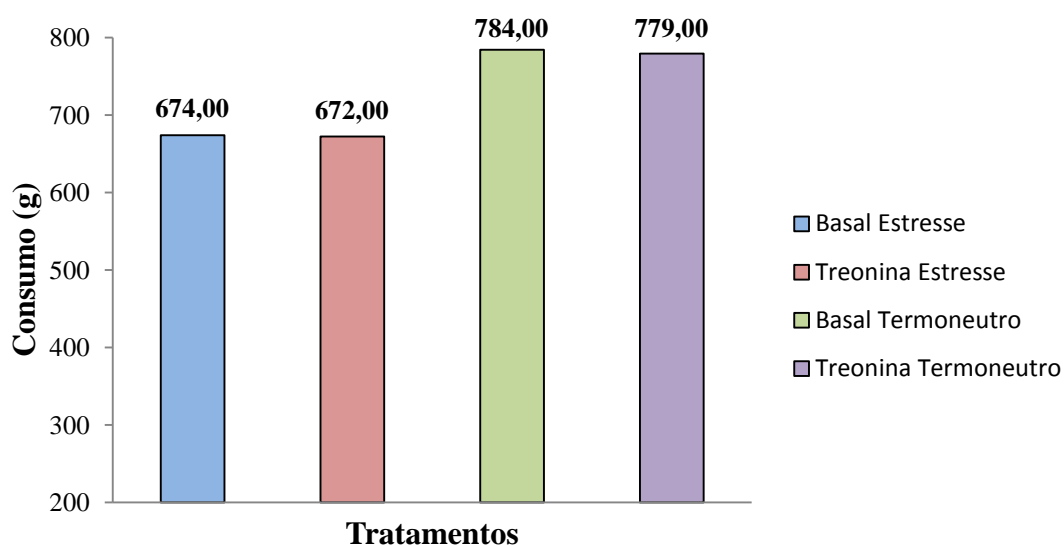


Figura 2. Consumo de ração (g) de frangos de corte (1-15d), alimentados com dietas com nível basal ou elevado de treonina e submetidos ou não ao estresse crônico por calor.

Reduzir a ingestão de alimentos em ambientes com temperaturas elevadas é uma resposta imediata e eficiente do organismo, diminui de maneira direta a produção de calor endógeno, relacionado ao metabolismo da ingesta. Embora este comportamento seja interessante para manutenção da homeotermia do animal, o menor consumo alimentar é prejudicial à ave pois, como consequência, menor quantidade de nutrientes encontra-se disponível para o organismo, reduzindo a eficiência da utilização dos alimentos. Finalmente, ocorre diminuição na taxa de crescimento e nível de produtividade. Diante disso, a redução no consumo de ração verificada nos animais em situação de estresse térmico pode ter influenciado a alteração da morfometria do intestino delgado de frangos de corte aos 15 dias de idade.

Em situação de estresse, a conversão alimentar (Figura 3) foi melhor em animais alimentados com nível elevado de treonina, uma vez que neste tratamento os animais apresentaram maior ganho de peso e menor consumo de ração, quando comparados aos animais que receberam a dieta com nível basal de treonina. Em estudo anterior, Oliveira et al. (2006) relataram melhor conversão alimentar em aves alojadas no ambiente de

calor comparando-se com as aves mantidas sob conforto nos períodos de 1 a 21 dias de idade.

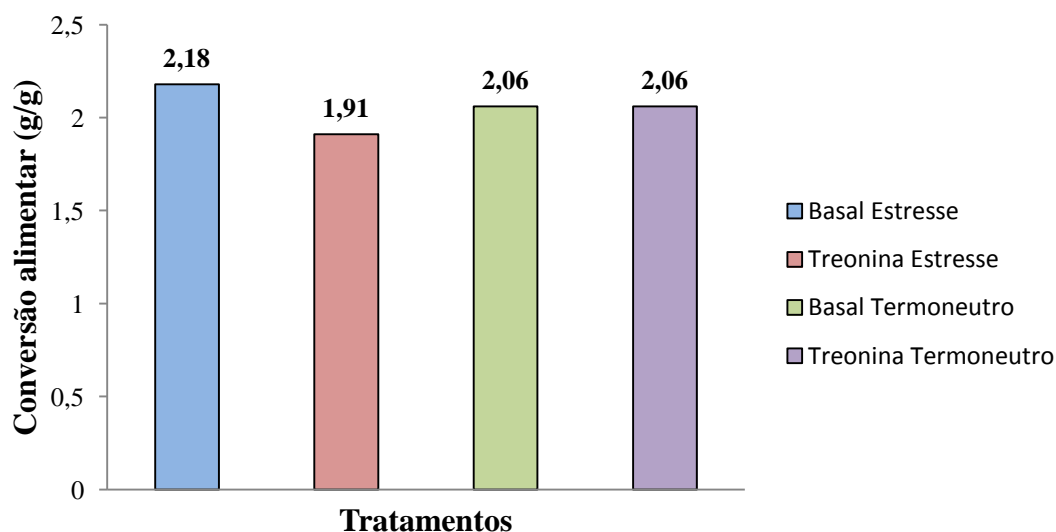


Figura 3. Conversão alimentar (g/g) de frangos de corte (1-15 d), alimentados com dietas com nível basal ou elevado de treonina e submetidos ou não ao estresse crônico por calor.

Os dados apresentados indicam melhoria nos resultados de desempenho dos animais, quando a alta treonina dietética é adicionada em situação de estresse por calor. O fato do melhor ganho de peso observado, possivelmente estará associado à ação que a treonina exerce sobre a mucosa intestinal, no entanto os resultados ainda necessitam de mais estudos. De acordo com Zaghari et al. (2011), a treonina está intimamente relacionada com o metabolismo na mucosa dos intestinos.

Nas Tabelas 3 e 4 encontram-se o resultado referente às características morfométricas do segmento intestinal duodeno. Para a variável altura de vilosidade, houve interação ($p < 0,05$) e os desdobramentos estão apresentados na Tabela 3. Para as variáveis: profundidade de cripta e relação vilosidade: cripta não houve interação ($p > 0,05$) e as médias encontram-se na Tabela 4.

A altura de vilo em animais alimentados com a dieta basal foi maior ($p < 0,05$) do que em animais que receberam a dieta com nível elevado de treonina, em situação de termoneutralidade (Tabela 3). No entanto, não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$) entre as médias dos animais criados sob estresse por calor. A altura de vilo foi menor ($p < 0,05$) nas aves criadas em estresse térmico, quando comparada à de aves criadas em ambiente termoneutro. Os resultados assemelham-se aos encontrados por Marchini et al. (2009), que verificaram redução na altura de vilosidade duodenal de

frangos de corte criados sobre condições de estresse térmico no 14º e 21º dia de idade. A redução na altura das vilosidades intestinais observadas nas aves criadas em condições de estresse por calor, pode estar relacionada ao fato de que esses animais apresentaram uma tendência na redução de consumo de ração em tais condições de estresse, fato este confirmado nos dados correspondentes ao desempenho desses animais, como foi visto anteriormente, como também atribuísse possivelmente a redução do metabolismo das aves como um todo. De acordo com Maiorka et al., (2002) a presença de nutrientes no lúmen é fator estimulante do crescimento dos vilos e das criptas. Ademais, a integridade das células epiteliais da mucosa gastrintestinal é de vital relevância para o bom desempenho das aves, porque dela depende a digestão e absorção adequada dos nutrientes provenientes da dieta exógena.

Tabela 3. Desdobramento das interações e desvio-padrão da altura de vilosidade (μm) em duodeno de frangos de corte, aos 15 dias de idade, alimentados com dietas com nível basal ou elevado de treonina, submetidos ou não ao estresse crônico por calor.

Variáveis	Temperatura	
	Termoneutra	Estresse
<i>Altura de Vilosidade</i>		
Basal	1404,81 \pm 30,05 aA	1275,94 \pm 31,35aB
Treonina	1366,87 \pm 30,19 bA	1275,63 \pm 26,81aB

Médias seguidas de mesmas letras, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o fator dieta, a profundidade de cripta foi maior ($p < 0,05$) no tratamento com nível basal de treonina (Tabela 4). Para o fator temperatura, maior profundidade de cripta ($p < 0,05$) foi observada em situação de estresse. Dessa forma, o estresse por calor aumentou a taxa de turnover celular para que fosse mantida a integridade da mucosa intestinal. Os resultados encontrados neste estudo, não se assemelham aos de Marchini et al. (2009) que relatam menor profundidade de criptas duodenais em aves submetidas a altas temperaturas. Segundo Pluske et al. (1997), maior valor de profundidade de cripta indica maior atividade de proliferação celular para garantir adequada taxa de renovação epitelial, compensando as perdas nas extremidades das vilosidades. Este resultado, associado à menor altura de vilo em situação de estresse, resultou em menor relação vilosidade: cripta sob estas condições. Por outro lado, maior relação vilosidade: cripta ($p < 0,05$) foi observada em animais mantidos em condição de termoneutralidade. De acordo com Li (1991) e Nabuus (1995) uma relação desejável entre vilosidades e criptas intestinais ocorre quando as vilosidades se apresentam altas e as criptas rasas,

pois quanto maior a relação altura de vilosidade/profundidade de cripta, melhor será a absorção de nutrientes e menores serão as perdas energéticas com a renovação celular.

Tabela 4. Médias e desvio-padrão da profundidade de cripta (μm) e relação vilosidade: cripta ($\mu\text{m}/\mu\text{m}$) em duodeno de frangos de corte, aos 15 dias de idade, alimentados com dietas com nível basal ou elevado de treonina, submetidos ou não estresse crônico por calor.

Dieta	Valores Médios	
	<i>Profundidade de Cripta</i>	<i>Relação vilosidade/ cripta</i>
Basal	99,61 \pm 6,98 a	13,51 \pm 1,18 a
Treonina	96,93 \pm 6,20 b	13,69 \pm 1,17 a
Temperatura		
Termoneutra	97,93 \pm 6,52 b	14,28 \pm 1,05 a
Estresse	99,08 \pm 6,87 a	12,92 \pm 0,85 b

Médias seguidas de mesmas letras, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No segmento jejuno houve interação entre os fatores estudados ($p < 0,05$) para todas as variáveis (altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação vilosidade: cripta). Os desdobramentos encontram-se na Tabela 5.

Os animais alimentados com o nível elevado de treonina na dieta apresentaram maior altura de vilo e profundidade de cripta ($p < 0,05$) quando criados em situação de termoneutralidade, porém o mesmo não foi observado quando criados em temperatura estresse.

Tabela 5. Desdobramento das interações e desvio-padrão da altura de vilosidade (μm), profundidade de cripta (μm) e relação vilosidade: cripta ($\mu\text{m}/\mu\text{m}$) em jejuno de frangos de corte, aos 15 dias de idade, alimentados com dietas com nível basal ou elevado de treonina, submetidos ou não ao estresse crônico por calor.

Variáveis	Temperatura	
	Termoneutra	Estresse
<i>Altura de Vilosidade</i>		
Basal	736,53 \pm 34,18 bA	713,02 \pm 78,06 aB
Treonina	788,91 \pm 22,65 aA	635,03 \pm 22,63 bB
<i>Profundidade de Cripta</i>		
Basal	84,42 \pm 4,14 bB	89,98 \pm 5,54 aA
Treonina	88,37 \pm 3,51 aA	87,09 \pm 6,86 bA
<i>Relação vilosidade/ cripta</i>		
Basal	8,73 \pm 0,40 aA	7,95 \pm 1,01 aB
Treonina	8,93 \pm 0,38 aA	7,33 \pm 0,64 bB

Médias seguidas de mesmas letras, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados do presente estudo corroboram os resultados encontrados por Andrade et al. (2011) em que o nível elevado de treonina associado ao MOS em animais desafiados por *Salmonella* Enteritidis proporcionou maior altura de vilo e profundidade de cripta no jejuno de frangos aos 10 dias de idade em situação de termoneutralidade. O aumento da altura de vilo com maior suplementação de treonina na dieta de aves criadas na termoneutralidade também foi demonstrado por Zaefarian et al. (2008). Neste segmento também houve redução na altura de vilos de aves mantidas em situação de estresse por calor.

Maior profundidade de cripta ($p<0,05$) e relação vilosidade: cripta foi observada em aves mantidas em situação de estresse por calor alimentadas com ração com nível basal de treonina.

No segmento íleo houve interação entre os fatores ($p<0,05$) para todas as características estudadas. Os desdobramentos encontram-se na Tabela 6. O nível elevado de treonina em situação de estresse resultou em maior altura de vilo ($p<0,05$) em relação ao nível basal, porém o mesmo não foi observado quando criados em termoneutralidade. Os resultados encontrados não se assemelham aos encontrados por Andrade et al. (2011) que por sua vez, observaram maior altura de vilo no íleo de aves suplementadas com nível elevado de treonina, em situação de termoneutralidade. Ton (2010) também observou maior altura de vilo no íleo em codornas de corte com 35 dias de idade com o aumento dos níveis de treonina digestível na ração em situação de termoneutralidade.

Tabela 6. Desdobramento das interações e desvio-padrão da altura de vilosidade (μm), profundidade de cripta (μm) e relação vilosidade: cripta ($\mu\text{m}/\mu\text{m}$) do íleo de frangos de corte, aos 15 dias de idade, alimentados com dietas com nível basal ou elevado de treonina, submetidos ou não ao estresse crônico por calor.

Variáveis	Temperatura	
	Termoneutra	Estresse
<i>Altura de Vilosidade</i>		
Basal	596,69 \pm 17,56 aA	464,38 \pm 41,07 bB
Treonina	534,96 \pm 65,45 bA	494,13 \pm 33,36 aB
<i>Profundidade de Cripta</i>		
Basal	84,31 \pm 3,69 bA	75,20 \pm 2,76 bB
Treonina	87,11 \pm 2,31 aA	81,75 \pm 3,88 aB
<i>Relação vilosidade/cripta</i>		
Basal	7,09 \pm 0,36 aA	6,18 \pm 0,60 aB
Treonina	6,14 \pm 0,76 bA	6,05 \pm 0,45 aA

Médias seguidas de mesmas letras, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Também foi observado neste segmento que os animais mantidos sob estresse por calor, apresentaram os piores resultados para a altura de vilosidade quando comparados aos de termoneutralidade. A menor altura de vilo em condições de estresse é resultante da intensificação do processo de extrusão no ápice do vilo (Marchini et al., 2009). O equilíbrio entre a renovação e a perda celular determina a manutenção do número de células e a capacidade funcional do epitélio. Caso haja aumento na taxa de extrusão haverá aumento na produção celular da cripta intestinal na tentativa de recuperar a perda epitelial do ápice das vilosidades (Furlan et al., 2004). Dessa forma, a maior profundidade de cripta poderia justificar a melhor resposta para altura de vilos quando a alta treonina é adicionada a dieta em situação de estresse por calor. Com isso, a profundidade de cripta foi maior ($p < 0,05$) nos animais que receberam a dieta com elevado nível de treonina, nas duas temperaturas avaliadas. Maior relação vilosidade: cripta foi observadas nas aves em situação de termoneutralidade, quanto maior a relação vilosidade: cripta melhor a absorção de nutrientes e menores as perdas energéticas com renovação celular.

De acordo com Lima Neto (2010), em condições de termoneutralidade, o nível de treonina que proporcionou melhor desempenho nas aves na fase pré-inicial não foi o mesmo que resultou em melhor desenvolvimento da mucosa intestinal, sendo os melhores resultados apresentados na morfologia com um nível de 0,68% de treonina digestível na dieta.

A manutenção da mucosa intestinal requer alta demanda energética, que pode ser desviada da produção para os processos de manutenção da altura das vilosidades. De acordo com Maiorka (2004), a manutenção da mucosa intestinal, em condições fisiológicas normais, tem custo energético elevado para as aves e, quando ocorrem lesões, além da redução da quantidade de substrato digerido e absorvido, há ainda o custo para renovação deste tecido.

Os dados histológicos do presente estudo mostram que o estresse prejudica a altura de vilos entre os segmentos intestinais, porém apenas no íleo o efeito negativo do estresse sobre a morfologia foi revertido quando alto nível de treonina foi adicionado na dieta, não observando o mesmo efeito nos demais segmentos intestinais.

Há poucos estudos sobre a influência da treonina sobre a morfometria do epitélio intestinal de frangos de corte em situação de estresse por calor. Desta forma, são necessários mais estudos envolvendo as diferentes fases de criação de frangos de corte e o possível envolvimento de mucinas na proteção do epitélio intestinal injuriado pelas

altas temperaturas, uma vez que a sobrevivência e o bom desempenho das aves dependem da obtenção adequada de energia e compostos químicos pelo organismo do animal.

6. CONCLUSÕES

O estresse crônico por calor afeta negativamente o desempenho e a morfologia intestinal em frangos de corte de 1 a 15 dias de idade.

A alta treonina dietética apresenta efeito positivo sobre as características de desempenho de frangos de corte em estresse por calor, mas não apresenta efeito consistente na morfometria dos segmentos intestinais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABU-DIEYEH, Z.H.M. Effect of high temperature per se on growth performance of broilers. **Internacional Journal Poultry Science**, n.5, p. 19-21, 2006.

ALVARENGA, B. O.; BELETTI, M. E.; FERNANDES, E. A.; SILVA, M. M.; CAMPOS, L. F. B.; RAMOS, S. P. Efeitos de fontes alternativas de fósforo nas rações de engorda e abate sobre a morfologia intestinal de frangos de corte. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 20, n. 3, p. 55-59, 2004.

ANDRADE, M. F. S.; GIVISIEZ, P. E. N.; OLIVEIRA, C.J. B.; SANTANA, M. H. M.; MOREIRA FILHO, A. L.B.; SANTOS, S. C. L.; SANTOS, C. S. Efeito da utilização de prebiótico (MOS) associado à suplementação com treonina sobre a morfologia intestinal de pintos de corte infectados por *Salmonella* Enteritidis. In: Zootec, Maceió - AL. **Anais...** Maceió - AL, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE CARNE DE FRANGO. Estatísticas da produção. Disponível em: www.abef.com.br Acesso em: 10 de março de 2012.

ATENCIO, A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO H.S.; OLIVEIRA, J. E.; VIEITES, F. M.; DONZELE, J. L. Exigências de Treonina para Frangos de Corte Machos nas Fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.880-893, 2004.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais, conforto animal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 246p, 1997.

BURRIN, D.G.; STOLL, B.; JIANG, R.; CHANG, X.; HARTMANN, B.; HOLST, J.J.; GREELEY JR, G.H.; REEDS, P.J. Minimal enteral nutrient requirements for intestinal growth in neonatal piglets: how much is enough? **American Journal Clinical Nutrition**. 71:1603–10, 2001.

BELAY, T.; TEETER, R. G. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. **Poultry Science**, v.72, p.116-124, 1993.

BOLELI, I. C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura Funcional do Trato Digestório. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2. Ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p.75-92, 2002.

CORZO, A.; KIDD, M.T.; DOZIER, W.A.; PHARR, G.T.; KOUTSOS, E. A. Dietary threonine needs for growth and immunity of broilers raised under different litter conditions. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 16, p.574–582, 2007.

FERREIRA, R. A. **Ambiência em Construções Rurais para Aves, Suínos e Bovinos. Maior produção com melhor ambiente**. 1. Ed. Viçosa, Minas Gerais: Aprenda Fácil, p. 174-212, 2005.

FERNANDEZ, S.R.; AOYAGI, S.; HAN, Y.; PARSONS, M.C.; BAKER, H.D. Limiting order of amino acid in corn and soybean meal cereal for growth of the chick. **Poultry Science**, v.73, p.1887-1896, 1994.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; LUQUETTI, B. C. Como avaliar os efeitos do uso de prebióticos, probióticos e flora de exclusão competitiva. In: 5º Simpósio Técnico de Incubação, Matrizes de Corte e Nutrição, Balneário Camboriú - SC. **Anais...** Balneário Camboriú - SC, 2004.

FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPOSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, Chapecó. **Anais...** Chapecó: Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, p. 104-135, 2006.

FURLAN, R. L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2. Ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p. 209-230, 2002.

KIDD, M.T. Nutritional considerations concerning threonine in broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.56, p.139-151, 2000.

LAW, G.; ADJIRI-AWERE, A.; PENCHARZ, P. B.; BALL, R. O. Gut mucins in piglets are dependent upon dietary threonine. **Advances in Pork Production**, Alberta, CA, v. 11 abstract n 10, 2000.

LAW, G.; BERTOLO, R. F.; ADJIRI-AWERE, A.; PENCHARZ, P. B.; BALL, R. O. Adequate oral threonine is critical for mucin production and gut function in neonatal

piglets. **American Journal of Physiology Gastrointestinal and Liver Physiology**. 292:1293-1301, 2007.

LE BELLEGO, L.; RELANDEAU C.; VAN CAUWENBERGHE, S. Threonine: a key nutrient for the gut. **Ajinomoto Eurolysine Information**, n.26, p.14-17, 2002.

LIMA-NETO, R.C. **Níveis de treonina, glicina+serina e suas relações para pintos de corte**. 2010. 121pg. Tese (Doutorado programa integrado em Zootecnia) Universidade Federal da Paraíba. Universidade Federal do Ceará Universidade Federal Rural de Pernambuco, Areia.

LI, D.F. Interrelationship between hypersensitivity to soybean proteins and growth performance in early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v.69, p. 4062–4069, 1991.

MARCHINI, C. F. P.; SILVA, M. R. B. M.; NASCIMENTO, M. E; BELETTI, M.E; GUMARÃES, E.C; SOARES, H.L. Morfometria da mucosa duodenal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.2, p.491-497, 2009.

MACARI, M.; FURLAN, R.L. Ambiência na produção de aves em clima tropical. In: SILVA, I.J.O. (Ed). **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, v.1, p.31-87, 2001.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In: MENDES, A. A.; NAAS, I.A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas: Facta, p.137-156, 2004.

MAIORKA, A.; SILVA A. V. F.; SANTIN, BORGES, E.; BOLELI, I.C.; MACARI, M. Influência da suplementação de glutamina sobre o desempenho e o desenvolvimento de vilos e criptas do intestino delgado de frangos. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.52, n.5, 2000.

MAIORKA, A.; BOLELI, I. C.; MACARI, M. Desenvolvimento e Reparo da Mucosa Intestinal In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Ed.) **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p.113-123, 2002.

MYRIE, S.B.; BERTOLO, R.F.P.; SAUER, W.C.; BALL, R.O. Threonine retention is reduced in diets that increase mucin production in pigs. In: **Proc 9th Int Symp on Dig Physiol in Pigs (Ed RO Ball)**. University of Alberta, Banff, Canadá, p. 250-252, 2003.

NITSAN, Z. The development of digestive tract in posthatched chick. In: European Symposium on Poultry Nutrition, 10, 1995, Antalya. **Proceedings...**Antalya: European Poultry Science Association, p. 21-28, 1995.

NABUUS, M.J.A. Microbiological, structural and function changes of the small intestine of pigs at weaning. **Pigs News and Information**, Oxfordshire, v.16, n.3, p.93-97, 1995.

OLIVEIRA, R.F.R; DONZELE, J.L; TEXEIRA DE ABREU, M.L; FERREIRA, R.A; VIEIRA VAZ, R.G.M; CELLA, P.S. Efeito da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frango de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 35, n.3, p. 797-803, 2006.

OLIVEIRA NETO, A.R; OLIVEIRA, R.F.M; DONZONZELE, J.L; ROSTAGNO, H.S; FERREIRA, R.A; MAXIMIANI, H.C; GASPARINO, E. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e característica de carcaça de frango de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, n.1, 2000.

PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J; WILLIAMS, I.M. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. **Livestock Production Science**, v. 51, p. 215-236, 1997.

RUTZ, FERNANDO. Proteínas: Digestão e Absorção. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2. Ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p.135-141, 2002.

ROSTAGNO, H.S. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 252p, 2011.

SAHIN, K.; KUCUK, O.; SAHIN, N. SARI, M. Effects of vitamin C and vitamin E on lipid peroxidation, status, serum hormones, metabolite and mineral concentrations of japanese quails reared under heat stress (34°C). **International Journal of Vitamin Nutrition Research**, v.72, p.91-100, 2002.

SÁ, L. M.; GOMES, P.C.; CECON, P.R.; ROSTAGNO, H. S.; D'AGOSTINI, P. Exigência nutricional de treonina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1848-4853, 2007.

SILVA, M.A.N.; SILVA, I.J.O.; PIEDADE, S.M.S.; MARTINS, E.; COELHO, A.A.D.; SAVINO, V.J.M. Resistência ao Estresse Calórico em Frangos de Corte de Pescoço Pelado. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, vol.3, p. 27-33, 2001.

SILVA, V.K. DELLA TORRE DA SILVA, J. GRAVENA, R.A. HENRIQUE MARQUES, R. HIROTA HADA, F. BARBOSA MORAES, V.M. Desempenho de frango de corte de 1 a 21 dias de idade alimentados com rações contendo extrato de levedura e prebiótico e criados em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, p.690-696, 2009.

TON, ANA PAULA SILVA. **Exigência de treonina e triptofano digestível para codornas de corte**. 2010. 109 p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá. Paraná.

TINOCO, I.F.F. Avicultura Industrial: Novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.3, n.1, p.1-26, 2001.

TILLMAN, P. B. Aminoacid nutrition: Incorporating L-threonine in broiler formulas. In **Proceedings...** of the 5th Mid-Atlantic Nutrition Conference. N. G. Zimmerman (ed.), Timonium, MD, p. 66-75, 2008.

UNI, Z. Posthatch development of small intestinal function in the poult. **Poultry Science**, v. 38, p. 215, 1999.

VIEIRA, SÉRGIO LUIZ. Carboidratos: Digestão e Absorção. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2. Ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p.125-133, 2002.

UNI, Z., FERKET, R. P. Methods for early nutrition and their potential. **Poultry Science**, v. 60, p. 101-111, 2004.

WU, G. Intestinal mucosal amino acid catabolism. **Journal of Nutrition**, v. 128, p. 1249-1252, 1998.

YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; PLAVNIK, I.; HURWITZ, S. Blood system response of chickens to changes in environmental temperature. **Poultry Science**, Champaign, v.76, n.4, p.627-633. 1997.

YUNianto, V.D.; HAYASHI, K.; KAIWDA, A.S OHTSUKA, A.; TOMITA Y. Effect of environmental temperature on muscle protein turnover and heat production in tube-fed broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.77, p.897-909, 1997.

ZAEFARIAN, F. ZAGHARI, MSHIVAZAD, M. The treonine requirements and its effects performance and gut morphology of broiler chicken fed different levels of protein. **International Journal of Poultry Science**. v. 12, p. 1207-1215. 2008.

ZAGHARI, M. ZAEFARIAN, F. SHIVAZAD, M. Standardized ileal digestible threonine requirements and its effects on performance and gut morphology of broiler chicks fed two levels of protein. **Journal Agricultural Science Techonology**, v.13, p, 541-552, 2011.